

Beschreibung**Vorrichtung zur Ankopplung eines auf einer Rohrwand anzubringenden
Ultraschall-Clamp-on-Messkopfes****Technisches Gebiet**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur akustischen Kopplung von Ultraschall-Clamp-on-Durchflußmessköpfen an Rohrleitungen hoher Temperatur (über 150°C).

Stand der Technik

[0002] Die Bestimmung des Durchflusses flüssiger und gasförmiger Medien ist in Industrie und Messtechnik von weitreichender Bedeutung. Ultraschall-Clamp-on-Systeme, wie z.B. in DE 4 1 14 233 C2 beschrieben, arbeiten vollständig eingriffsfrei. Bei diesen werden die beiden Ultraschallmessköpfe von außen auf die Rohrwand geschnallt und haben dadurch keinen direkten Kontakt zum Messmedium und beeinflussen die Strömung nicht. Der Winkel zwischen Schallausbreitungsrichtung und Strömungsrichtung des Messmediums wird durch das Brechungsgesetz und den Einstrahlwinkel sowie die Schallgeschwindigkeit des Messkopfes bestimmt. Die Übergänge zwischen den verschiedenen Materialien des Messkopfes, der Rohrwand und des Messmediums verlaufen parallel zueinander. Das Verhältnis von Schallgeschwindigkeit und Sinus des Einstrahlwinkels

$$\frac{c_i}{\sin \theta_i}$$

ist entsprechend dem Brechungsgesetz in allen beteiligten Medien i

gleich groß. Die gemessene Strömungsgeschwindigkeit ist daher dem Quotienten

$$\frac{c_i}{\sin \theta_i}$$

proportional. Er wird durch Material und Geometrie der Messköpfe festgelegt und als Sensorkonstante

K

bezeichnet.

[0003] Die Messköpfe sind bei den genannten Ultraschall-Clamp-on-Durchflußmesssystemen direkt an die Rohrwand gekoppelt. Der Messkopf nimmt durch die direkte Wärmeübertragung zwischen Rohrwand und Messkopf die Medien- bzw. Rohrtemperatur an. In OE 4 1 24 692 A 1 wird ein spezieller Messkopf zur Anwendung an heißen Objekten beschrieben, der durch die Verwendung temperaturbeständiger Materialien gekennzeichnet ist.

[0004] Weist das Messmedium und die Rohrwand sehr hohe Temperaturen z.B. über 200°C auf, wird auch der Messkopf entsprechend erwärmt. Die damit verbundene starke thermische Beanspruchung führt zu vorzeitiger Alterung und zur Funktionsunfähigkeit der Messköpfe, z.B. durch Depolarisation der üblicherweise als Schallwandler verwendeten Piezokeramiken. Auch die genannten Messköpfe für heiße Objekte sind dieser Beanspruchung nicht dauerhaft gewachsen.

[0005] Der in US6047602 vorgeschlagene Hochtemperaturmesskopf verwendet eine spezielle Wellenleiterkonstruktion zur Übertragung der

Ultraschallenergie in das Messrohr. Dabei werden im Wellenleiter und der Rohrwand Scherwellen angeregt.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

- [0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine akustische Kopplung zu schaffen, die
- eine gute akustische Kopplung zwischen einem üblichen Clamp-on-Messkopf und der Rohrwand gestattet,
 - eine deutliche Temperaturdifferenz zwischen Messkopf und Rohrwand gestattet, damit die maximal zulässige Messkopftemperatur nicht überschritten wird,
 - einen minimalen zusätzlichen Messfehler der Strömungsgeschwindigkeit hervorruft.

Technische Lösung

- [0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung nach Patentanspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- [0008] Nachstehend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen:
- [0009] Fig. 1: Darstellung der Koppelplatte zwischen Messrohr und Clamp-on-Messkopf
- [0010] Fig. 2: Darstellung des Temperaturverlaufs in der Koppelplatte.

Ausführungsform(en) der Erfindung

- [001 1] Entsprechend Fig.1 wird zwischen Rohrwand 3 und Messkopf 1 eine speziell gestaltete Koppelplatte 2 eingefügt. Die Koppelplatte besteht aus einem akustisch gering dämpfenden Material, das eine geringe Wärmeleitung aufweist, vorzugsweise Edelstahl. Die Dicke ist sehr viel kleiner als die übrigen Abmessungen der Platte, vorzugsweise zwischen 2 und 7 mm. Die für die Wärmeübertragung zwischen Rohrwand 3 und Koppelplatte 2 sowie zwischen Koppelplatte 2 und Messkopf 1 wirksamen kleinen Flächen 4 und 5 lassen nur einen geringen Wärmestrom zu. Die aus dem Rohr abgeführte Wärmeenergie bleibt daher gering. Die großen Seitenflächen der Koppelplatte führen den Großteil der in die Platte eingespeisten Wärme ab. An der Messkopfkoppelfläche 5 stellt sich daher eine deutlich niedrigere Temperatur als an der Rohrkoppelfläche 4, die die Temperatur der Rohrwand annimmt, ein. Die Höhe der Koppelplatte bestimmt die Temperaturdifferenz zwischen Rohr- und Messkopfkoppelfläche.
- [001 2] Der Temperaturunterschied zwischen den Koppelflächen führt zu einem Temperaturprofil innerhalb der Koppelplatte. Aufgrund der geringen Dicke ist die Temperatur in allen Plattentiefen näherungsweise gleich groß. Die Temperaturänderung innerhalb der Koppelplatte ist mit einer Schallgeschwindigkeitsänderung verknüpft. Der in der Koppelplatte verlaufende Schallweg 6 ist daher gekrümmt. Der für die Durchflussmessung wirksame Quotient

$$\frac{c_{\text{Fluid}}}{\sin \vartheta_{\text{mud}}}$$

entspricht dadurch im allgemeinen nicht der Sensorkonstanten

$$k_a$$

- [0013] Für die spezielle Form der in Fig. 2 dargestellten Koppelplatte zeigt sich eine minimale Abweichung des wirksamen Quotienten

$$\frac{c_{Fluid}}{\sin \varphi_{Flu}} \cdot$$

von der Sensorkonstanten. Sie besteht aus einem im wesentlichen rechteckförmigen Bereich zur Ankopplung an das Rohr, der durch eine im wesentlichen trapezförmige Fortsetzung zur Messkopfkopplung ergänzt wird. Zur Begrenzung des Wärmeeintrages vom Rohr in die Koppelplatte steht nur der für die akustische Kopplung verwendete Bereich der Koppelplatte in direktem Kontakt zur Rohrwand. Der übrige Teil des rechteckigen Bereiches zur Ankopplung bestimmt den Temperaturverlauf in der Koppelplatte und wird durch eine Stufe von der Rohrwand abgesetzt. Eine Analyse des Temperaturverlaufs zeigt parallel zueinander und zur Rohrwand verlaufende Isothermen 7 im rechteckförmigen Bereich der Koppelplatte. In diesem Bereich ist das Verhältnis

$$\frac{c_i}{\sin \varphi_i}$$

konstant. Im oberen schräg verlaufenden Teil der Koppelplatte verläuft der Schallstrahl senkrecht zu den Isothermen. Der Schallstrahl wird daher nicht verbogen. Insgesamt wird der für die Strömungsmessung maßgebliche Quotient

$$\frac{c_i}{\sin \varphi_i}$$

entlang des gesamten Schallstrahlverlaufs in der Koppelplatte nur geringfügig beeinflusst. Die zu realisierende Temperaturdifferenz zwischen Rohrwand und Sensorkopplungsfläche bestimmt die Höhe der Koppelplatte und die Länge der trapezförmigen Fortsetzung. Ist die zu erzielende Temperaturdifferenz gering (70°C) kann die trapezförmige Fortsetzung entfallen.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Ankopplung eines auf einer Rohrwand anzubringenden Ultraschall-Clamp-on-Messkopfes dadurch gekennzeichnet, dass eine zwischen Rohrwand (3) und Messkopf (1) angeordnete Koppelplatte (2) eine solche Formgebung aufweist, dass die Isothermen (7) des sich einstellenden Temperaturprofils im Rohrwandbereich parallel zur Rohrwand (3) und im Messkopfbereich senkrecht zum Schallweg verlaufen und der Übergangsbereich nur eine geringe Ausdehnung besitzt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelplatte (2) eine im wesentlichen rechteckförmige Ausbildung hat und die der Rohrwand (3) zugewandete Seite zur Begrenzung des Wärmeeintrages in die Koppelplatte (2) eine Stufe aufweist, die aus einem der akustischen Kopplung dienenden, direkten Kontakt zur Rohrwand (3) besitzenden Bereich (4) und einem abgesetzten, nicht in direktem Kontakt mit der Rohrwand stehenden Bereich besteht.
3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass der rechteckige Bereich der Koppelplatte (2) sich in einen im wesentlichen trapezförmigen Bereich in Richtung der Schallabstrahlung zur Ankopplung an den Messkopf (1) fortsetzt.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelplatte (2) eine solche Dicke aufweist, dass die Temperatur in allen Plattentiefen näherungsweise gleich groß ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Koppelplatte (2) wesentlich geringer als ihre Breite und Höhe ist.

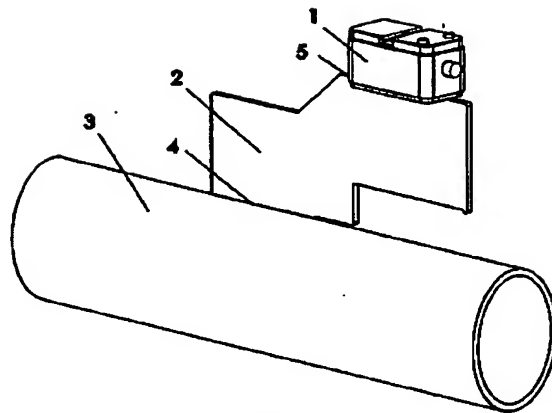


Abb. 1

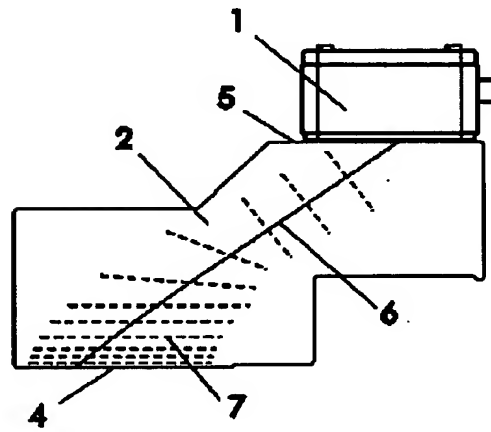


Abb. 2